

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донбасский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет автоматизации и электротехнических систем

Кафедра автоматизированного управления технологическими процессами

ПРОГРАММА
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО АТТЕСТАЦИОННОГО ЭКЗАМЕНА
по образовательной программе высшего образования – программе
подготовки научных кадров высшей квалификации в аспирантуре

2.3 «Информационные технологии и телекоммуникации»
(Код и наименование направления подготовки)

2.3.3 «Автоматизация и управление технологическими
процессами и производствами (технические науки)»
(наименование направленности)

Рассмотрено и одобрено на заседании
кафедры АУТП, протокол № 7 от 11.04.2023 г.

И.о зав. кафедрой АУТП


Р.Ю. Ткачев

Одобрена Ученым советом факультета АЭС
протокол № 9 от 28.04.2023 г.

Декан факультета АЭС


И.А. Карпук

2023

Программа вступительного испытания сформирована на основе государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета или магистратуры.

Настоящий документ содержит программу вступительного испытания для поступления в аспирантуру ФГБОУ ВО «Донбасский государственный технический университет» по направлению подготовки 2.3 – Информационные технологии и телекоммуникации, по направленности «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки)», включающую вопросы к вступительному экзамену, критерии оценки знаний и литературу, необходимую для подготовки к вступительному экзамену.

Содержание вступительного экзамена

1. Теория автоматического управления

Структурные схемы и дифференциальные уравнения систем управления. Преобразование структурных схем. Вычисление передаточной функции одноконтурной системы. Вычисление передаточной функции многоконтурной системы. Определение устойчивости. Основное условие устойчивости. Необходимое условие устойчивости. Теоремы Ляпунова об устойчивости по линейному приближению. Алгебраические критерии устойчивости. Характеристическое уравнение. Критерий Гурвица. Критерий Льенара-Шипара. Частотные критерии устойчивости. Принцип аргумента. Критерий устойчивости Михайлова. Критерий Найквиста. Логарифмический частотный критерий устойчивости. Устойчивость систем с чистым запаздыванием. Показатели качества и типовые воздействия. Показатели качества в переходном режиме. Прямые показатели качества. Корневые показатели качества. Интегральные показатели качества. Частотные показатели качества. Показатели качества в установившемся режиме. Структура астатической системы управления. Инвариантность и принцип двухканальности. Исследование типовых законов управления. Синтез параметров регулятора по минимуму интегральных оценок. Синтез системы управления по желаемой передаточной функции. Метод обратной задачи динамики. Уравнение системы в нормальной форме. Преобразование уравнений линейных систем в нормальную форму. Общая формула решения системы линейных дифференциальных уравнений. Управляемость объекта управления. Управляемость линейных объектов. Управляемость линейных стационарных объектов. Каноническая форма управляемости. Канонические формы уравнения и модальное управление. Стабилизируемость линейных стационарных систем. Нелинейные статические характеристики. Особенности нелинейных систем. Определение устойчивости. Орбитальная устойчивость. Автоколебания. Изображение процессов на фазовой плоскости. Фазовые портреты и типы особых точек. Фазовые портреты и типы особых точек линейных систем. Фазовые портреты нелинейных систем. Метод фазовой плоскости анализа и синтеза систем. Анализ нелинейных систем. Синтез систем с переменной структурой. Гармоническая линеаризация. Вычисление коэффициентов гармонической линеаризации при симметричных колебаниях. Аналитический способ исследования автоколебаний. Графический (частотный) метод исследования автоколебаний. Несимметричные колебания. Вынужденные колебания. Вибрационная линеаризация. Обычная линеаризация и ее недостатки. Линеаризация обратной связию.

2. Теория цифровых систем управления

Различные типы дискретных систем. Линейные разностные уравнения. Решетчатые функции и z -преобразование. Решетчатые функции. Определение z -преобразования. Основные свойства z -преобразования. z -изображения основных функций. Уравнения и передаточные функции дискретных систем. Вычисление передаточных функций АИМ-системы. Эквивалентная схема АИМ-системы. Дискретная модель АИМ-системы. Цифровые системы управления. ШИМ-системы управления. Вычисление передаточных функций дискретных систем в общем случае. Преобразование структурных схем дискретных систем. Дискретное преобразование Лапласа и частотные характеристики. Связь между дискретным и непрерывным преобразованиями Лапласа и непрерывная модель дискретной системы. Устойчивость дискретных систем. Характеристическое уравнение и основное условие устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости. Необходимое условие устойчивости. Исследование устойчивости, основанное на преобразовании единичного круга в левую полуплоскость. Критерий устойчивости Джури. Частотный критерий устойчивости. Принцип аргумента. Критерий Найквиста. Псевдочастотный критерий. Влияние квантования по времени на устойчивость. Оценка качества дискретных систем. Показатели качества в переходном режиме. Прямые показатели качества. Косвенные показатели качества. Особенности переходного процесса дискретных систем. Показатели качества в установившемся режиме. Коэффициенты ошибки. Вычисление коэффициентов ошибок. Статические и астатические системы. Вычисление коэффициентов ошибок астатических систем. Структура астатических систем. Синтез дискретных систем. Постановка задачи. Типовые законы управления. Синтез систем с фиксированной структурой. Метод полиномиальных уравнений. Синтез дискретной системы по непрерывной модели

3. Теория идентификации

Динамические системы. Модели. Типы моделей и их использование. Процедура идентификации системы и три основных компонента. Линейные модели и множества линейных моделей. Семейство моделей передаточных функций. Модели в пространстве состояний. Модели с распределенными параметрами. Множества моделей, структуры моделей и идентифицируемость: некоторые формальные положения. Идентифицируемость некоторых модельных структур. Модели нестационарных и нелинейных систем. Линейные нестационарные модели. Нелинейные модели как линейные регрессии. Нелинейные модели в пространстве состояний. Формальная характеристика моделей. Непараметрические временные и частотные методы. Анализ переходных процессов и корреляционный анализ. Частотный анализ. Гармонический анализ Фурье. Спектральный анализ. Оценка спектра шума. Методы параметрического оценивания. Основные принципы формирования методов параметрического оценивания. Минимизация ошибок предсказания. Линейные регрессии и метод наименьших квадратов. Статистическая трактовка параметрического оценивания и метод максимального правдоподобия. Корреляция ошибок предсказания с прошлыми данными. Методы инструментальных переменных. Условия на последовательность данных. Подход ошибки предсказания. Состоятельность и идентифицируемость. Линейные стационарные модели: частотное описание предельной модели. Корреляционный подход. Информативные эксперименты. Оптимальное планирование входных сигналов. Оптимальное планирование эксперимента для моделей черного ящика высокого порядка. Выбор интервала дискретизации предварительного фильтра. Предварительная обработка данных.

Перечень вопросов к вступительному экзамену

Теория автоматического управления

1. Структурные схемы и дифференциальные уравнения систем управления.
2. Преобразование структурных схем. Вычисление передаточной функции одноконтурной системы. Вычисление передаточной функции многоконтурной системы.
3. Определение устойчивости. Основное условие устойчивости. Необходимое условие устойчивости.
4. Теоремы Ляпунова об устойчивости по линейному приближению.
5. Алгебраические критерии устойчивости. Характеристическое уравнение. Критерий Гурвица. Критерий Ляпунова-Шипара.
6. Частотные критерии устойчивости. Принцип аргумента. Критерий устойчивости Михайлова. Критерий Найквиста.
7. Логарифмический частотный критерий устойчивости.
8. Устойчивость систем с чистым запаздыванием.
9. Показатели качества и типовые воздействия.
10. Показатели качества в переходном режиме. Прямые показатели качества.
11. Корневые показатели качества. Интегральные показатели качества.
12. Частотные показатели качества. Показатели качества в установившемся режиме.
13. Структура астатической системы управления.
14. Инвариантность и принцип двухканальности.
15. Исследование типовых законов управления.
16. Синтез параметров регулятора по минимуму интегральных оценок.
17. Синтез системы управления по желаемой передаточной функции.
18. Метод обратной задачи динамики.
19. Уравнение системы в нормальной форме. Преобразование уравнений линейных систем в нормальную форму.
20. Общая формула решения системы линейных дифференциальных уравнений.
21. Управляемость объекта управления. Управляемость линейных объектов. Управляемость линейных стационарных объектов. Каноническая форма управляемости.
22. Канонические формы уравнения и модальное управление.
23. Нелинейные статические характеристики. Особенности нелинейных систем.
24. Определение устойчивости. Орбитальная устойчивость. Автоколебания.
25. Изображение процессов на фазовой плоскости. Фазовые портреты и типы особых точек. Фазовые портреты и типы особых точек линейных систем. Фазовые портреты нелинейных систем.
26. Метод фазовой плоскости анализа и синтеза систем. Анализ нелинейных систем.
27. Синтез систем с переменной структурой.
28. Гармоническая линеаризация. Вычисление коэффициентов гармонической линеаризации при симметричных колебаниях.
29. Аналитический способ исследования автоколебаний.
30. Графический (частотный) метод исследования автоколебаний. Несимметричные колебания.
31. Вынужденные колебания и вибрационная линеаризация.
32. Обычная линеаризация и ее недостатки. Линеаризация обратной связью.

Теория цифровых систем управления

33. Типы дискретных систем. Линейные разностные уравнения. Решетчатые функции и z -преобразование.
34. Основные свойства z -преобразования. z -изображения основных функций.
35. Уравнения и передаточные функции дискретных систем.
36. Вычисление передаточных функций АИМ-системы. Эквивалентная схема АИМ-системы. Дискретная модель АИМ-системы.
37. Цифровые системы управления.

38. ШИМ-системы управления.
39. Вычисление передаточных функций дискретных систем в общем случае.
40. Преобразование структурных схем дискретных систем.
41. Дискретное преобразование Лапласа и частотные характеристики. Связь между дискретным и непрерывным преобразованиями Лапласа и непрерывная модель дискретной системы.
42. Устойчивость дискретных систем. Характеристическое уравнение и основное условие устойчивости.
43. Алгебраические критерии устойчивости. Необходимое условие устойчивости.
44. Исследование устойчивости, основанное на преобразовании единичного круга в левую полуплоскость. Критерий устойчивости Джури.
45. Частотный критерий устойчивости. Критерий Найквиста.
46. Псевдочастотный критерий.
47. Влияние квантования по времени на устойчивость.
48. Показатели качества в переходном режиме. Прямые показатели качества. Косвенные показатели качества. Особенности переходного процесса дискретных систем.
49. Показатели качества в установившемся режиме. Коэффициенты ошибки. Вычисление коэффициентов ошибок.
50. Статические и астатические системы. Вычисление коэффициентов ошибки астатических систем.
51. Структура астатических систем.
52. Синтез дискретных систем. Постановка задачи.
53. Типовые законы управления.
54. Синтез систем с фиксированной структурой.
55. Метод полиномиальных уравнений.
56. Синтез дискретной системы по непрерывной модели.

Теория идентификации

57. Типы моделей и их использование.
58. Процедура идентификации системы и три основных компонента.
59. Семейство моделей передаточных функций.
60. Модели в пространстве состояний.
61. Модели с распределенными параметрами.
62. Модели нестационарных и нелинейных систем.
63. Непараметрические временные и частотные методы.
64. Анализ переходных процессов и корреляционный анализ.
65. Частотный анализ. Спектральный анализ.
66. Гармонический анализ Фурье.
67. Методы параметрического оценивания. Основные принципы формирования методов параметрического оценивания.
68. Минимизация ошибок предсказания.
69. Линейные регрессии и метод наименьших квадратов.
70. Статистическая трактовка параметрического оценивания и метод максимального правдоподобия. Корреляция ошибок предсказания с прошлыми данными.
71. Методы инструментальных переменных. Условия на последовательность данных.
72. Подход ошибки предсказания. Состоятельность и идентифицируемость.
73. Линейные стационарные модели: частотное описание предельной модели.
74. Корреляционный подход.
75. Информативные эксперименты. Оптимальное планирование входных сигналов. Предварительная обработка данных.
76. Оптимальное планирование эксперимента для моделей черного ящика высокого порядка.
77. Выбор интервала дискретизации предварительного фильтра.

Порядок проведения и форма вступительного экзамена, шкала оценивания результатов вступительного испытания

Программа вступительного экзамена по направлению 2.3 Информационные технологии и телекоммуникации состоит из трех разделов:

- 1) теория автоматического управления;
- 2) теория цифровых систем управления;
- 3) теория идентификации;

Экзамен проводится в письменной форме путём ответов на два вопроса из приведённого выше перечня. Обязательными являются вопросы по первому разделу программы. Второй вопрос может быть выбран из второго или третьего раздела программы в зависимости от направления будущих исследований.

Дополнительно к двум теоретическим вопросам абитуриент должен в кратко форме изложить предложение будущему направлению исследований. Предложение будущего направления исследований пишется в свободной форме и должно раскрывать следующие вопросы: текущее состояние выбранной отрасли, формулировка проблемы, цели ее исследования, возможные направления исследования, мотивация выбора научного руководителя.

Обязательным условием для сдачи вступительного экзамена в аспирантуру является наличие одной или более научной публикации у абитуриента по теме специальности. Для этого абитуриент должен предоставить следующие документы, подтверждающие его достижения, а также направление будущих исследований:

Опубликованные или принятые к публикации научные работы (статьи, доклады в сборниках докладов). Подтверждается предоставлением электронных копий подлинников, ссылкой на открытые источники, справкой из редакции о принятии к публикации с обязательным указанием номера журнала и страниц. Публикации должны относиться к тому же направлению, что и тема будущего диссертационного исследования.

Доклады на международных и российских конференциях, научных семинарах, научных школах и т.д. по направлению будущего диссертационного исследования. Подтверждается предоставлением программы конференции.

При отсутствии научных публикаций абитуриентом должен быть представлен реферат по теме, согласованной с кафедрой АУТП ФГБОУ ВО «ДонГТУ». Объем реферата от 15 до 25 страниц машинописного текста в форме аналитического обзора научных публикаций по направлению будущих исследований.

Реферат представляется на кафедру за неделю до установленной даты вступительного экзамена. В случае, когда реферат написан на основе рекламных материалов, он не засчитывается.

Уровень знаний абитуриента, оценивается экзаменационной комиссией по столбальной шкале. Устанавливаются следующие критерии оценки результатов вступительного экзамена:

Уровень подготовки, оценка по стобальной шкале	Общая характеристика подготовки абитуриента
Отлично 90-100	<p>Ответы на поставленные вопросы в билете излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Делаются обоснованные выводы. Ответ абитуриента на каждый вопрос билета должен быть развернутым, уверенным, ни в коем случае не зачитываться дословно, содержать достаточно четкие формулировки, подтверждаться графиками, цифрами или фактическими примерами. Такой ответ должен продемонстрировать знание материала лекций, базового учебника и дополнительной литературы. Оценка выставляется только при полных ответах на все основные и дополнительные вопросы. Оценка ставится абитуриентам, которые при ответе: обнаруживают всестороннее систематическое и глубокое знание материала; демонстрируют знание современной учебной и научной литературы; способны творчески применять знание теории к решению профессиональных задач; владеют понятийным аппаратом; демонстрируют способность к анализу и сопоставлению различных подходов к решению заявленной в билете проблематики; подтверждают теоретические постулаты примерами.</p>
Хорошо 74-89	<p>Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Материал излагается уверенно. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи. Оценка абитуриенту за правильные ответы на вопросы билета, знание основных характеристик раскрываемых категорий в рамках рекомендованного учебниками и положений, данных на лекциях. Обязательно понимание взаимосвязей между явлениями и процессами, знание основных закономерностей. Оценка ставится абитуриентам, которые при ответе: обнаруживают твердое знание программного материала; усвоили основную и наиболее значимую дополнительную литературу; способны применять знание теории к решению задач профессионального характера; допускают отдельные погрешности и неточности при ответе</p>
Удовлетворительно 60-73	<p>Допускаются нарушения в последовательности изложения. Демонстрируются поверхностные знания вопроса. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи. Оценка ставится абитуриентам, которые при ответе: в основном знают программный материал в объеме, необходимом для предстоящей работы по профессии; в целом усвоили основную литературу; допускают существенные погрешности в ответе на вопросы экзаменационного билета. Оценка предполагает ответ только в рамках лекционного курса, который показывает знание сущности основных категорий. Как правило, такой ответ краток, приводимые формулировки являются недостаточно четкими, нечетки, в ответах допускаются неточности. Положительная оценка может быть поставлена при условии понимания абитуриентом сущности основных категорий по рассматриваемому и дополнительным вопросам</p>

<p>Неудовлетворительно 0-59</p>	<p>Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний. Имеются заметные нарушения норм литературной речи. Оценка предполагает, что абитуриент не разобрался с основными вопросами изученных в процессе обучения курсов, не понимает сущности процессов и явлений, не может ответить на простые вопросы типа “что это такое?” и “почему существует это явление?”. Оценка ставится также абитуриенту, списавшему ответы на вопросы и читающему эти ответы экзаменатору, не отрываясь от текста, а просьба объяснить или уточнить прочитанный таким образом материал по существу остается без ответа. Оценка ставится абитуриентам, которые при ответе: обнаруживают значительные пробелы в знаниях основного программного материала; допускают принципиальные ошибки в ответе на вопросы экзаменационного билета; демонстрируют незнание теории и практики.</p>
-------------------------------------	---

В случае несогласия с результатами вступительного экзамена поступающий имеет право на апелляцию. Для этого необходимо, согласно «Правил приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре», подать в апелляционную комиссию в письменном виде апелляцию о нарушении, по его мнению, установленной процедуры проведения вступительных испытаний и (или) несогласия с их результатами. Апелляция подается в день объявления результатов вступительного экзамена или в течение следующего рабочего дня. Апелляция о нарушении установленного порядка проведения вступительного экзамена также может быть подана в день проведения вступительного экзамена.

При рассмотрении апелляции о несогласии с результатами вступительного экзамена, апелляционная комиссия выносит одно из следующих решений:

- об отклонении апелляции и сохранении результата;
- об удовлетворении апелляции и выставлении иного результата вступительного испытания.

Рассмотрение апелляции проводится не позднее следующего рабочего дня после дня ее подачи. Решение апелляционной комиссии является окончательным и пересмотру не подлежит.

Рекомендуемая литература

Рекомендуемая основная литература

1. Ким, Д.П. Теория автоматического управления. Линейные системы – М.: Физматлит, 2003. – 287 с
2. Ким, Д.П. Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы – М.: Физматлит, 2003. – 463 с.
3. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 3-х т./ Под ред. Н.Д. Егупова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2000. – 748 с.
4. Избранные главы теории автоматического управления с примерами на языке MATLAB / Б.Р. Андриевский, А.Л.Фрадков - СПб.: Наука, 2000. - 475 с.

5. Крутько, П.Д. Обратные задачи динамики управляемых систем. Нелинейные модели./ П.Д. Крутько. –М.: Наука, 1988. -326с.
6. Александров, А.Г. Оптимальные и адаптивные системы: учеб. пособие для вузов по спец. «Автоматика и упр. в техн. системах»/ А.Г.Александров. –М.: Высшая школа, 2003. -279с.
7. Льюнг, Л. Идентификация систем./ Леннарт Льюнг –М.:Наука,1991. –432с.
8. Интеллектуальные системы автоматического управления./Под.ред. И.М.Макарова, В.М.Лохина. М.:Физматлит,2001. -247с.
9. Оптимизация в техники: В 2-х кн./ Г. Реклейтис, А. Райвидран, К.Рэгсдел. - М.:Мир, 1986.Кн.1.-350 с.; Кн.2-320 с.

Рекомендуемая дополнительная литература

1. Воронов А. А. Введение в динамику сложных управляемых систем. М.: Наука, 1985. 352 с.
2. Малинецкий, Г.Г. Современные проблемы нелинейной динамики. / Г.Г. Малинецкий, А.Б.Потапов. –М.: Эдиториал УРСС, 2000. -336с.
3. Современные методы идентификации систем. /Под ред. П.М Эйкхоффа. Пер. с англ. –М.: Мир, 1983. – 400 с.
4. Куо Б. Теория и проектирование цифровых систем управления: Пер. с англ. — М.: Машиностроение, 1986. — 448 с,
5. Современная прикладная теория управления: Синергетический подход в теории управления/Под ред. А.А. Колесникова. -Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2000. -Ч. П. - 229с. Электронный вариант
6. Колесников, А.А. Последовательная оптимизация нелинейных агрегированных систем./ А.А. Колесников.-М.: Энергоатомиздат, 1987. -159с.
7. Информационные технологии и вычислительные системы: Математическое моделирование. Вычислительные системы. Нанотехнологии. Прикладные аспекты информатики/ Под ред.С.В.Емельянова.-М.: Ленанд,2012.-108с.